

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 18 906 A 1**

②① Aktenzeichen: 197 18 906.7
②② Anmeldetag: 5. 5. 97
④③ Offenlegungstag: 23. 9. 99

⑤① Int. Cl.⁶: *RFE AN*
B 41 M 1/10
B 41 J 2/485
B 41 F 9/00
G 01 D 15/18

DE 197 18 906 A 1

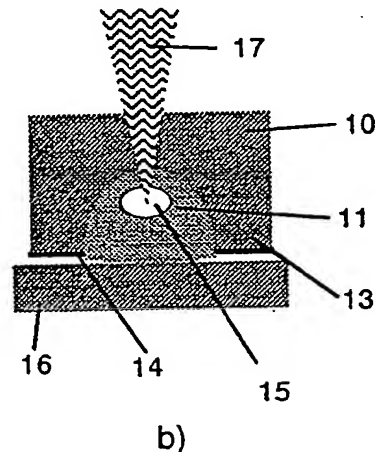
⑦① Anmelder:
Lehmann, Udo, Dr., 64297 Darmstadt, DE

⑦② Erfinder:
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ **Laser-Tiefdruckverfahren**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren, bei dem die Vorteile der Tintendruckverfahren, insbesondere des Bubblejets, mit den Vorteilen des konventionellen Tiefdrucks kombiniert werden. Dabei wird das Grundprinzip des Bubblejets durch neue Methoden der Tropfenauswahl optimiert. Der bei den Tintendrucksystemen übliche starre Druckkopf wird bei dieser Erfindung durch einen rotierenden zylindrischen transparenten Druckzylinder (10) ersetzt. Die Tropfenauswahl erfolgt einerseits mit Hilfe eines Energiestrahls (17), der digital angesteuert wird, oder andererseits durch punktuell unterschiedliche elektrostatische oder magnetische Ladungen zwischen Drucksubstanz (11) und Bedruckstoff (16). Der in der Tintendrucktechnologie schwierige, weil energiereiche Schritt der Tintenablösung vom Farbkörper erfolgt bei diesem Verfahren nach den Gesetzmäßigkeiten der Adhäsionskraft zwischen Drucksubstanz (11) und Bedruckstoff (16), wie es im konventionellen Tiefdruck üblich ist. Dadurch wird der Energiebedarf der Tropfenablösung im erheblichen Maße reduziert, was zu einer technisch gut beherrschbaren Lösung führt.



DE 197 18 906 A 1

Bei der Erfindung handelt es sich um ein Druckverfahren, das in der Lage ist, Drucksubstanzen, die sich in einer in einem transparenten Material (Glas, Polymer) geformten geeigneten Vertiefung (Näpfchen) befinden, mit Hilfe eines Energiestrahls (Laserstrahl oder Elektronenstrahl) zu verdrucken. Dabei zeichnet sich das neue Druckverfahren besonders dadurch aus, daß sich die Näpfchen auf einem drehbar gelagerten transparenten Zylinder mit einem innenliegenden Energiestrahlsystem (z. B. Lasersystem) befinden. Durch einen digital ansteuerbaren Energiestrahlsystem läßt sich, durch Fokussierung des Energiestrahls in die Druckschubstanz, die Druckschubstanz in den Näpfchen in Ihrer Position verändern, so daß ein direkt darunter geführter Bedruckstoff durch Berührung mit der Druckschubstanz bedruckt wird. Hierbei werden die Vor-
 10 teile von elektrothermischen Tintendruckverfahren mit den Vorteilen des konventionellen Tiefdrucks verknüpft.

Weltweit existiert eine große Anzahl von digital ansteuerbaren Drucksystemen, die in der Lage sind, einzelne Druckpunkte auf Bedarf zu drucken. Solche Drucksysteme benutzen verschiedene Verfahren mit unterschiedlichen Druckschubstanzen auf unterschiedlichen Bedruckstoffen. Einige Beispiele von digital ansteuerbaren Drucksystemen sind: Laserelektrofotografen (Laserdrucker), LED -Elektrofotografen, Nadeldrucksysteme, Thermodrucksysteme, Belich-
 15 tungssysteme, Thermo-Transferdrucksysteme, Sublimationsdrucksysteme und Tintendrucksysteme (Ink-Jet). Trotz dieser großen Anzahl an unterschiedlichen Verfahren haben digital ansteuerbare Drucksysteme konventionelle Drucksysteme nicht nennenswert ersetzt. Der Hauptgrund dafür sind die hohen Anforderungen, die ein konventionelles Drucksystem erfüllt: hohe Auflage, sehr gute Druckqualität, wirtschaftlicher Druck gepaart mit hoher Druckgeschwindigkeit auf Standardbedruckstoffen. Erst wenn ein digital ansteuerbares Drucksystem mit diesen Eigenschaften ausgestattet ist,
 20 besteht die Möglichkeit, in die Domäne des konventionellen Drucks maßgeblich einzuschreiten.

Der Tintenstrahl Druck hat ein erstes Mal auf sich aufmerksam gemacht, als ein Verfahren bekannt wurde, das in der Lage war flüssige Druckschubstanzen ohne Berührung (non-impact) geräuscharm ohne Pulver-Toner mit anschließender Fixierung auf einen flachen Bedruckstoff zu binden. Aus diesem Grundprinzip haben sich zwei Kategorien von Tintenverfahren herauskristallisiert. Das ist zum einen das continuous-flow (CF) und zum anderen das drop-on-demand-Verfahren (DOD), wobei das CF-Verfahren sich auf das US-Patent 1,941,001 von 1929 stützt.

Das CF-Verfahren hat sich in zahlreiche Varianten weiterentwickelt. So wurde 1967 mit dem US-Patent Nr. 3,373,437 ein Verfahren bekannt, bei dem die Tintentröpfchen in einem kontinuierlichen Strahl einzeln aufgeladen und mit entsprechender Technik gezielt auf den Bedruckstoff abgelenkt wurden. Dieses Verfahren wird bei verschiedenen Herstellern wie Elmjett oder Scitex angewendet.

Wieder ein anderes Verfahren wurde 1966 mit dem US-Patent Nr. 3,416,153 angemeldet. Dieses Verfahren verwendet eine Methode der elektrostatischen Zerstreuung einzelner Tröpfchen beim CF-Verfahren. Dadurch wird das Reproduzieren von Farbabstufungen auf dem Bedruckstoff möglich. Dieses Verfahren wird unter anderem von dem Unternehmen Iris Graphics eingesetzt.

In dem US-Patent Nr. 3,946,398 von 1970 wurde das erste DOD-Verfahren bekannt. Bei diesem Verfahren wird gezielt in einer Tintendüsenkammer durch piezoelektrische Kristalle und mit Hilfe elektrischer Spannung eine Kontraktion der Kristalle erreicht, die in der Düsenkammer den Tintendruck ansteigen läßt, so daß durch eine Düse der Tintentropfen herausgepreßt wird und einen Druckpunkt auf dem Bedruckstoff erzeugt. Dieses Verfahren wird erfolgreich mit schmelzbarer Tinte von dem Unternehmen Tektronix und mit flüssiger Tinte für den Hausgebrauch von den Unternehmen Seikon und Epson eingesetzt. Dieses Verfahren hat den Vorteil, eine breite Palette an Druckschubstanzen einsetzen zu können, aber durch die Tintensteuerung mit hoher elektrischer Spannung ist die Herstellung der Druckköpfe problematisch.

Wieder ein anderes Verfahren wurde 1979 durch das GB Patent Nr. 2,007,162 als ein elektrothermisches DOD-Verfahren angemeldet. Hierbei wird durch einen elektrischen Impuls in einer geeigneten Tintendüse die auf Wasser basierende Tinte kurzzeitig bis zum Sieden erhitzt, wobei sich blitzartig eine Gasblase entwickelt und ein Tintentropfen aus der Düse herausgeschossen wird. Dieses Verfahren ist unter den Begriff "Bubblejet™" von dem Unternehmen Canon geschützt worden und wird von den Unternehmen Canon, Xerox und anderen eingesetzt.

Ergänzend dazu wurde 1982 mit dem US-Patent Nr. 4,490,728 ein etwas anderes elektrothermisches DOD-Verfahren bekannt, bei dem die Druckdüse von dem Heizelement getrennt aufgebaut ist. Dieses Verfahren wird von dem Unternehmen Hewlett-Packard eingesetzt und ist auch unter dem Namen "Bubblejet™" bekannt.

Der größte Nachteil solcher elektrothermischen DOD-Verfahren ist die große Energiemenge, die für das Entstehen der Gasblase benötigt wird (ca. 20-30 µJ pro Tropfen), und der Einsatz spezieller Druckschubstanzen, die die hohen Temperaturen ohne Zersetzung aushalten.

Auch andere Tintendruckverfahren sind bekannt geworden, die aber kommerziell nicht eingesetzt werden. So ist durch das US-Patent Nr. 4,275,290 ein Verfahren bekannt geworden, bei dem das Aufheizen der Tintendüse und dadurch der Druckschubstanz mit einem hydrostatischen Druckschubstanzdruckimpuls synchronisiert wird. Die durch das Aufheizen der Druckschubstanz verringerte Viskosität führt durch den zeitgleichen Druckimpuls zu einer Tropfenablösung von der Düse. Andere Patentanmeldungen (US-Patente Nr. 4,737,803 und 4,748,458) bedienen sich einer ähnlichen Technik, wobei anstatt des Druckimpulses ein elektrisches Feld von außen aufgebaut wird und die Tropfenablösung durch das Aufheizen des nun flüssigen Tropfens und durch die Wechselwirkungen des elektrischen Feldes herbeigeführt werden.

Weiterhin ist 1996 durch das Patent WO 96/32279 von der Firma Kodak ein elektrothermisches DOD-Verfahren bekannt geworden, das durch einen speziellen Düsen- und Systemaufbau die Energiemenge für das Ablösen eines Tintentropfens drastisch reduziert (ca. 200-300 nJ pro Tropfen). Das entspricht ca. 1-2% der bisherigen Energiemenge bei den o. g. elektrothermischen DOD-Verfahren. Ermöglicht wird das durch den Einsatz einer speziellen Druckschubstanz, bei der sich die Oberflächenspannung bei Temperaturänderung dramatisch ändert, so daß die Ausbildung eines Tropfens maßgeblich erleichtert wird. Dadurch wird es möglich, nicht nur einzelne Druckdüsen in einem Druckkopf zu integrieren, sondern eine komplette Druckzeile mit mehreren tausend Druckdüsen über den gesamten Bedruckstoff hinweg zu konstruieren.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren, das in der Lage ist, flüssige Druckschubstanzen zu verdrucken mit signifikanten Vorteilen gegenüber den o. g. Erfindungen. Die Erfindung unterstützt ein "drop-on-demand"-Verfahren (DOD), bei dem der ausgewählte zu druckende Tropfen durch ein besonderes Verfahren in seiner Position verändert wird und so dem Bedruckstoff zugeführt wird. Die nicht ausgewählten Tropfen bleiben in ihrer Position konstant.

Der besondere Aspekt dieser Erfindung ist, daß das gezielte Auswählen bestimmter Tropfen durch Absorption der Energie eines Energiestrahls (Laser-, Ionen-, Elektronenstrahl) und damit durch die Bildung einer Gasblase erfolgt oder durch punktuelle elektrostatische oder magnetische Wechselwirkungen zwischen Druckschubsubstanz und einer korrespondierenden Bildtrommel. Dabei durchdringt der Energiestrahle den transparenten Druckkopf (Druckzylinder) in der Art, daß die Energie des Strahls erst in der Druckschubsubstanz unter Ausbildung einer thermisch-physikalischen Reaktion absorbiert wird. Dabei kann die Energie so geregelt werden, daß entweder nur eine Positionsveränderung des Tropfens ohne Ablösung vom Farbkörper oder durch starken Energiebeschuss eine Ablösung des Tropfens vom Farbkörper erfolgt.

Ein weiterer Aspekt dieser Erfindung ist, daß die Ablösung des Tropfens vom Farbkörper durch die Berührung des Tropfens mit dem Bedruckstoff bei gleichzeitiger Berührung der Druckdüse mit dem Bedruckstoff erfolgt. Dadurch wird durch Bildung einer geschlossenen Druckkammer dem abgelösten Tropfen zusätzlich eine Führung gegeben, was einen qualitativ besseren und kleineren Druckpunkt erzeugt. Solch eine Tropfenführung ist bei allen bisherigen Tintendruckverfahren unbekannt.

Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 zeigt den Querschnitt der Drucknäpfchen (Düsen), die sich in einem transparenten Material befinden.

Fig. 2 zeigt einen Druckzyklus mit einem kurzen Energieimpuls während der Rotation der Drucktrommel.

Fig. 3 zeigt das Einwirken des Energieimpulses in die Druckschubsubstanz (a) und in eine energieabsorbierende Zwischenschicht (b).

Fig. 4 zeigt den Grundaufbau einer Drucktrommel, in der sich Näpfchen befinden (a), und einer glatten Drucktrommel, um die herum sich eine mit Näpfchen versehene transparente Hülse befindet (b).

Fig. 5 zeigt den Grundaufbau des Druckwerks, bei der sich auf der Innenseite des Druckzylinders eine in der Transparenz veränderbare Schicht befindet, in der das zu druckende Bild durch punktuelles Ändern der Transparenz mit geeigneten Verfahren reproduziert werden kann.

Fig. 6 zeigt den Grundaufbau des Druck- und Farbwerts.

Fig. 7 zeigt vier Farbwerte mit vier verschiedenen Farben.

Fig. 8 zeigt den schematischen Aufbau des Druckwerks für den Fall der elektrostatischen oder magnetischen Tropfenauswahl mit einer zugehörigen Bildtrommel (29), die eine punktuelle Entladung oder Entmagnetisierung zuläßt (a), und für den Fall, daß die punktuelle Entladung auf dem Druckzylinder (10) vorgenommen werden kann (b).

Genaue Beschreibung der Erfindung

Der Hauptaspekt dieser Erfindung betrifft ein DOD-Verfahren, bei dem die zu druckenden Tropfen gezielt durch Positionsveränderung im Drucknäpfchen ausgewählt werden. Bei der Drucktropfenauswahl wird nur so wenig Energie aufgewendet, daß es zu keiner Trennung zwischen Tropfen und Farbkörper kommt.

Die Trennung des Tropfens vom Farbkörper erfolgt dann durch Berührung des Tropfens mit dem Bedruckstoff durch die dabei auftretende Adhäsionskraft.

Dabei sind folgende Tropfenauswahlmethoden bekannt:

- a) Elektrothermische Reduktion der Tropfenoberflächenspannung,
- b) Elektrothermische Gasblasenerzeugung (Bubblejet),
- c) Piezoelektrische Tropfenerzeugung,
- d) Elektrostatische Anziehungskraft direkt an der Druckdüse.

Weiterhin sind folgende Tropfenabtrennungsmethoden bekannt:

- a) Berührung des Tropfens mit dem Bedruckstoff durch gezielte Annäherung des Bedruckstoffs zum Druckkopf,
- b) Berührung des Tropfens mit dem Bedruckstoff durch oszillierenden Tintendruck,
- c) Elektrostatische Anziehungskraft,
- d) Magnetische Anziehungskraft,
- e) Impulskraft des Tropfens (Bubblejet).

Damit die Tintendrucktechnologie an den Anforderungen konventioneller Druckmaschinen gemessen werden kann, um entsprechend intensiv in diesen konventionellen Druckmarkt eindringen zu können, sind folgende Anforderungen wünschenswert:

Ziele des Tintendrucks

Ziel	Methoden
hohe Druckgeschwindigkeiten	leicht herstellbare, preiswerte und seitengroße Druckköpfe mit ca. 10.000 Druckdüsen
hohe Bildqualität	möglichst hohe Druckauflösung (ca. 800 dpi) mit der Möglichkeit, mehrere Farben einzusetzen
hohe Farbqualität	Halbtondarstellung des Druckpunktes bei 800 dpi
Standarddrucksubstanzen	thermisch-physikalisch geringe Ansprüche an die Drucksubstanz
geringe Energieansprüche des Druckkopfes	Verdrucken von Drucktropfen mit geringen thermisch-physikalisch belastenden Verfahren
geringer Herstellungspreis und hohe Herstellungsausbeute	einfache Druckkopfherstellung mit möglichst standardisierten Methoden und möglichst wenigen elektrischen Kontakten

Gerade die elektrothermischen und die piezoelektrischen Tintendrucksysteme arbeiten mit einer sehr geringen Effizienz von nur ca. 0,02% Energieausbeute. Das bedeutet das Schalten und Regeln großer Energiemengen für die Druckkopfsteuereinheit. Bei der Regelung eines piezoelektrischen Verfahrens muß der Druckkopf selbst hohe elektrische Spannungen verarbeiten. Soll beispielsweise eine DIN A4-Seite mit 800 dpi Auflösung innerhalb einer Sekunde mit dem Bubblejet-Verfahren hergestellt werden, so mußte für die Verdruckung einer Farbe eine elektrische Energiemenge von ca. 1,5 kW aufgebracht werden. Die thermisch-physikalischen Probleme der kleinen Druckdüsen sind leicht abschätzbar. Ein weiteres Problem berührungsloser Druckverfahren (non-Impact) ist die Herstellung kleinster Düsenquerschnitte (10–15 µm), um einen Druckpunkt mit ca. 30–40 µm Querschnitt zu erhalten. Das liegt zum einen an den Kapillarkräften des Bedruckstoffs und zum anderen an der hohen Impulsenergie fliegender Tropfen (ca. 10 m/sec).

Ein wichtiger Anspruch dieser Erfindung ist das signifikante Absenken der einzusetzenden Energiemenge für das Verdrucken eines Punktes bei gleichzeitiger Verbesserung der Druckpunktqualität durch scharfe Druckpunktränder und kleine Druckpunkte.

Ein weiterer wichtiger Anspruch dieser Erfindung ist, durch Kombination der konventionellen Tiefdrucktechnik mit den Möglichkeiten des Tintendrucks die Herstellungskosten sowie die laufenden- und die Wartungskosten drastisch abzusenken. Um die Vorteile dieser Erfindung besonders hervorzuheben, sind in den unten aufgeführten Tabellen die bisherigen Verfahren für die Tropfenauswahl und für die Tropfenablösung vom Farbkörper aufgelistet:

Tabelle 2

Tropfenauswahlmethoden

Methode	Vorteil	Grenzen
Elektrothermische Reduktion der Oberflächenspannung des Tropfens	geringer Temperaturanstieg und geringe Tropfenauswahlenergie, für viele Drucksubstanzen einsetzbar	erfordert Tintendruckausgleichstechnik, die Oberflächenspannung der Spezialtinte muß stark temperaturabhängig sein
elektrothermische Reduktion der Viskosität	mittlere Tropfenauswahlenergie, einfache Herstellung	erfordert einen Tintendruckoszillator, die Viskosität der Tinte muß stark temperaturabhängig sein
elektrothermisches Bubblejet -Verfahren	gut bekannte Technologie, einfache Herstellung	hohe Tropfenauswahlenergie, erfordert teure Spezialtinte
piezoelektrisches Verfahren	breite Tintenauswahl	hohe Herstellungskosten hohe elektrische Spannung, mechanisch komplex
elektrostatische Verfahren	einfache Herstellung	große Düsenquerschnitte, Druckpunktseparation schwierig, hohe el. Spannung

Die in dieser Erfindung benutzte Tropfenauswahlmethode besteht in der Verwendung eines Energiestrahls (Laser usw.), der die ausgewählten Tropfen mit Hilfe eines kurzen Impulses (1–10 µsec) in ihrer Position verändert. Diese Methode besitzt eine Reihe von Vorteilen gegenüber den o. g. Methoden. Da die thermisch-physikalische Reaktion direkt in der Drucksubstanz durch Energieabsorption initiiert wird, ist die eingesetzte Energiemenge nur ein Bruchteil der Energiemenge, die bei einem elektrothermischen Verfahren verwendet wird (ca. 0,1–1% der Energie von elektrothermischen Verfahren). Darüber hinaus ermöglicht dieses Verfahren eine preiswerte Herstellung der Druckeinheit, eine sehr hohe Druckpunktdichte (> 1000 dpi) sowie den Einsatz standardisierter und somit preiswerter Drucksubstanzen.

Neben der Tropfenauswahl ist die Tropfenablösung vom Farbkörper ein zweiter notwendiger und energieverbrauchender Schritt für die Erzeugung eines Druckpunktes. Dabei ist sicher zu stellen, daß die nicht ausgewählten Tropfen keinen Druckpunkt und die ausgewählten Tropfen den gewünschten Druckpunkt erzeugen.

Tropfenablöseverfahren

Methode	Vorteil	Grenzen
elektrostatische Anziehungskraft	Bedrucken rauher Oberflächen, einfache Technik	benötigt hohe elektrische Spannungen
elektrische Wechselfelder	große elektrische Feld-dichte, dadurch Reduktion des Tintendrucks, bessere Druckpunkt-qualität	erfordert Synchronisation der Wechselfelder mit Tintenausstoß, Verarbeitung vieler Tropfenphasen ist schwierig
geringer Abstand	kleine Druckpunkte, hoher Wirkungsgrad, gute Druckpunktpositionierbarkeit	erfordert Abstandskontrolle Druckkopf-Bedruckstoff, nur für glatte Bedruckstoffe
Abstandskontrolle durch oszillierenden Tintendruck	gut geeignet für heißschmelzende Tinte, es können auch Pigmente eingesetzt werden	erfordert Tintendruckoszillator und Abstandskontrolle, nur für glatte Bedruckstoffe
magnetische Anziehungskraft	geeignet für rauhe Oberflächen, geringe Energie für Magnetisierung erforderlich	erfordert homogene und hohe magnetische Feld-dichte, erfordert magnetische Tinte

Auffallend ist, daß es kein allgemein einsetzbares Tropfenablöseverfahren für alle Anwendungen gibt. Das eine Verfahren ist besonders gut für hohe Geschwindigkeiten, aber nur für glatte Bedruckstoffe geeignet; ein anderes ist für rauhe Bedruckstoffe, aber nur mit Spezialtinte in Kombination mit high-tech-equipment, geeignet, und wieder ein anderes erzeugt besonders kleine Druckpunkte, aber nur in Kombination mit aufwendiger Abstandskontrolltechnik zwischen Bedruckstoff und Druckkopf.

Diese Erfindung hat den Anspruch, ein Tropfenablöseverfahren einzusetzen, daß weder mit high-tech-equipment, noch mit Spezialdrucksubstanzen sehr gute Druckpunktqualitäten mit hoher Geschwindigkeit erzeugt. Zum Einsatz kommt dafür ein um die Längsachse rotierender transparenter Druckkopf, der als Druckzylinder (10) ausgelegt und ganzflächig mit kleinen Näpfchen (12) versehen ist. Dabei berührt der Druckzylinder (10) den Bedruckstoff (16) und hält durch die Stege (13) zwischen den Näpfchen (12) den Bedruckstoff (16) automatisch und zuverlässig auf einen geringen Abstand, so daß die mit dem Energiestrahle (17) ausgewählten Tropfen durch Berührung mit dem Bedruckstoff (16) den gewünschten Druckpunkt (18) bilden. Zusätzlich geben die Stege (13) zwischen den Näpfchen (12) der Drucksubstanz (11) eine Führung, so daß kleinste Druckpunkte (18) mit scharfen Abgrenzungen erzeugbar sind. Für die Befüllung der Näpfchen (12) mit Drucksubstanz (11) und für die Durchführung des eigentlichen Druckvorgangs werden die bekannten Verfahren aus der Tiefdrucktechnik eingesetzt.

In Fig. 1 ist eine Vergrößerung der Druckzylinderoberfläche (10) dargestellt. Hierbei ist (11) die Drucksubstanz, (12) das Näpfchen bzw. die Druckdüse, (13) der Steg zwischen den Näpfchen, (14) eine farbabstoßende Schicht (z. B. Silikonverbindungen) und (16) der Bedruckstoff.

Um den Anspruch der Erfindung zu verdeutlichen, wird ein Druckzyklus in Fig. 2a-e dargestellt. Durch eine Rotationsbewegung des Druckzylinders (10) um seine Längsachse wird das mit Drucksubstanz (11) gefüllte Näpfchen (12), welches sich in dem Druckzylinder (10) befindet, dem Bedruckstoff (16) zugeführt. Kurz bevor es durch die Rotationsbewegung des Druckzylinders (10) zu einer Berührung der Stege (13) mit dem Bedruckstoff (16) kommt, wird durch einen kurzen Energiestrahlimpuls (17) (z. B. Laserstrahl) durch den für den Energiestrahle (17) transparenten Druckzylinder (10) hindurch eine Gasblase (15) in der Drucksubstanz (11) durch Energieabsorption erzeugt. Hierbei übernimmt der Energiestrahle (17) die Aufgabe der Tropfenauswahl. Da für eine Übertragung der Drucksubstanz (11) auf den Bedruckstoff (16) lediglich eine kurze Berührung der Drucksubstanz (11) mit dem Bedruckstoff (16) erforderlich ist, genügt es, daß die Volumenausdehnung der entstehenden Gasblase (15) nur einen Bruchteil des Näpfchengesamtvolumens ausmacht.

Bei einem angenommenen Nöpfchendurchmesser und einer Nöpfchentiefe von $30\text{ }\mu\text{m}$ besitzt das Nöpfchen (12) bei einer ovalen Form ein Gesamtvolumen von ca. $17\,500\text{ }\mu\text{m}^3$. Eine sehr schnelle Volumenausdehnung der Gasblase (15) von nur 1–5% des Gesamtvolumens würde in Kombination mit der entstehenden Druckwelle ausreichen, um die Tropfenablösung durch Berührung der Druckschubstanz (11) mit dem Bedruckstoff (16) unterstützt von den Adhäsionskräften zwischen Bedruckstoff (16) und Druckschubstanz (11) einzuleiten. Die dabei erforderliche Energie ist minimal. Bei dem angenommenen Lösungsmittel Wasser würde das Verdampfen von $1\text{ }\mu\text{m}^3$ Wasser einen Gesamtvolumengewinn von ca. 7% ausmachen. Die dabei erforderliche Energie beträgt lediglich 2,5 nJ. Das sind nur ca. 0,01% der Energiemenge, die bei herkömmlichen elektrothermischen Tintendruckverfahren benötigt werden. Die verhältnismäßig kleine Gasblase (15) verdrängt durch ihre Ausdehnung einen Teil der Druckschubstanz (11) in Richtung Bedruckstoff (16), Fig. 2b. Gleichzeitig verringert sich der Abstand zwischen den Stegen (13) und dem Bedruckstoff (16) so sehr, daß es zu einer Art abgedichteter Druckkammer zwischen Nöpfchen (12) mit den Stegen (13) und dem Bedruckstoff (16) kommt, Fig. 2c. Durch Berührung der Druckschubstanz (11) mit dem Bedruckstoff (16) nimmt der Bedruckstoff (16) einen Teil der Druckschubstanz (11) auf, so daß sich ein Druckpunkt (18) bildet. In dieser zweiten Phase wird durch Berührung der Druckschubstanz (11) mit dem Bedruckstoff (16) die Tropfenablösung eingeleitet. Gleichzeitig übernehmen die Stege (13) durch die Berührung mit dem Bedruckstoff (16) eine druckpunktformgebende Aufgabe, so daß der entstehende Druckpunkt (18) sich in seiner Größe nicht übermäßig verändert. Der in der zweiten Phase eingeleitete Druckvorgang unterscheidet sich nicht mehr von dem Druckvorgang des bekannten und etablierten Tiefdrucks, so daß eine Druckpunktvergrößerung um den Faktor 1 bis 2 zu erwarten ist. Bei normalen Tintendrucksystemen ist eine Druckpunktvergrößerung um den Faktor 4 bis 10 die Regel. Das hat zur Folge, daß die entsprechende Druckdüse um den gleichen Faktor kleiner hergestellt werden muß, als die angestrebte Druckpunktauflösung auf dem Bedruckstoff. Um gute Druckqualitäten zu garantieren, sind Druckpunktauflösungen von mindestens 800 dpi (ca. $30\text{ }\mu\text{m}$ Punktdurchmesser) zu erzeugen. Bei den Tintendruckverfahren bedeutet das Düsendurchmesser von ca. 10–15 μm , die nur aufwendig mit heutigen Halbleitermethoden in großer Zahl hergestellt werden können.

Bei dieser Erfindung ist die Herstellung eines Druckzylinders (10) mit geeigneten Nöpfchen (12) und einem Nöpfchendurchmesser von ca. 25–30 μm schnell und unproblematisch, z. B. mit einem Laser, durchführbar.

Während der Druckschubstanzübertragung in Fig. 2c kollabiert die Gasblase (15) in der Druckschubstanz (11), und die Stege (13) lösen sich durch die Rotation des Druckzylinders (10) von dem Bedruckstoff (16). Gleichzeitig bleibt ein Teil der Druckschubstanz (11) durch Adhäsionskräfte auf dem Bedruckstoff (16) zurück. Dabei bildet sich eine Tropfeneinschnürung (19) zwischen Druckpunkt (18) und der in dem Nöpfchen (12) verbleibenden Druckschubstanz (11) aus. Die farbabweisende Schutzschicht (14), die sich auf den Stegen (13) befindet, verhindert dabei das Koagulieren benachbarter Tropfen, Fig. 2d. Nach beendetem Druckvorgang haben sich die Stege durch Rotation des Druckzylinders (10) vollständig von dem Bedruckstoff (16) gelöst und können der im Zyklus ablaufenden Wiederbefüllung mit Druckschubstanz zugeführt werden, Fig. 2e.

Für die Ausbildung einer Gasblase (15) in der Druckschubstanz (11) sind grundsätzlich zwei Wege denkbar, Fig. 3a–b. Ein Energiestrahle (17) (z. B. Laser) kann durch die für den Energiestrahle (17) transparente Druckform (10) hindurch direkt in die Druckschubstanz (11) einkoppeln und durch Energieabsorption die Gasblase (15) erzeugen. Dieses Verfahren ist sehr schonend für die Farbpigmente in der Druckschubstanz (11), da mit sehr wenig Energie (ca. 2–50 nJ) und sehr kurzer Impulszeit (ca. 5 μsec) gearbeitet wird, Fig. 3a.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, von außen um das Nöpfchen (12) herum eine für den Energiestrahle (17) undurchdringliche Absorptionsschicht (19) zu formen, um die benötigte Energie noch schonender für die Druckschubstanz (11) indirekt zu erzeugen. Die Energie des Energiestrahlens (17) wird dabei in der Absorptionsschicht (19) direkt in Wärme umgewandelt, um dann anschließend durch Bildung einer Gasblase (15) in der Druckschubstanz (11) die Wärme wieder abzugeben, Fig. 3b.

Das Aussehen und die technische Anordnung des Druckzylinders (10) wird in der Fig. 4a–b beschrieben. Dabei handelt es sich um einen transparenten runden Zylinder (10) aus Glas oder Polymer, der vorher durch geeignete Verfahren (z. B. Lasergravur) mit kleinen Nöpfchen (12) versehen wurde. In dem drehbar gelagerten Druckzylinder (10) befindet sich senkrecht zur Rotationsachse z. B. ein geeignetes Lasersystem (20), welches durch kurze Impulse die oben aufgeführten Druckschritte einleitet. Dabei ist es möglich, daß es sich um ein Einstrahllasersystem mit geeigneter Drehspegieloptik oder um eine Halbleiterlaserdiodenzeile mit passender optischer Fokussierung handelt. In beiden Fällen wird der Energiestrahle (17) digital angesteuert.

Eine andere Variante ist in Fig. 4b dargestellt. In diesem Fall wird der Druckzylinder (10b) aus einem transparenten Material (Glas, Polymer) hergestellt, aber vorher nicht mit Nöpfchen (12) versehen. Es handelt sich um einen auf der Innen- und Außenseite völlig glatten transparenten Zylinder, der drehbar gelagert wird. Um den Druckzylinder (10b) herum wird nachträglich eine leicht austauschbare und mit Nöpfchen (12) versehene Hülse (21) aus transparentem Material (Polymer) gestülpt. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich dabei um eine geschlossene Hülse (21) oder um eine in Bogenform um den Druckzylinder (10b) herumzuführende Hülse (21) handelt, die anschließend durch geeignete Verfahren fixiert werden muß. Die zweite Variante in Fig. 4b dient dem schnellen Auswechseln verschlissener oder fehlerhafter Druckzylinderoberflächen.

Die Art und Weise der individuellen Tropfenauswahl, also der Bebilderung des Druckzylinders (10), wird in Fig. 5 beschrieben. Die Energiestrahleinheit (20) wird voll digital über ein passendes Interface und einen Computer gesteuert. Dabei wird im Falle eines Einstrahl-Systems über eine passende Spegieloptik der Energiestrahle zeilenweise über die Innenseite des Druckzylinders (10) parallel zur Drehachse geführt. Dabei wird jeweils an der Stelle ein kurzer Energiestrahlimpuls emittiert (ca. 5 μsec) und auf das darunter liegende Nöpfchen (12) fokussiert, an der anschließend ein Druckpunkt erzeugt werden soll. Dieser Vorgang wiederholt sich zyklisch, wobei die Energiestrahleinheit (20) mit den Umdrehungen des Druckzylinders (10) und den digital zu transportierenden Daten synchronisiert wird.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, daß die Energiestrahleinheit (20) nicht aus einer Strahlquelle, sondern aus vielen (mehreren tausend) in einer Reihe angeordneten Halbleiterelementen besteht, vergleichbar mit der Laserdiodenzeile in handelsüblichen Laserdruckwerken. In diesem Fall würde zu jedem Nöpfchen (12) ein laseremittierendes Element ge-

hören, das synchron zur Rotationsbewegung des Druckzylinders (10) und den digitalen Daten kurze Laserimpulse emittieren und so den Druckvorgang einleiten würde. Die Herstellung solch einer Laserdiodenzeile mit mehreren tausend einzeln digital ansteuerbaren Laseremittern von ca. 30 µm Durchmesser ist heute Stand der Technik. Solche Laserdiodenzeilen mit ähnlichen Dimensionen werden in Laserdruckwerken für elektrofotografische Verfahren eingesetzt. Eine andere Möglichkeit der Druckzylinder-Bebildung besteht darin, auf der Innenseite der Drucktrommel (10) eine lichtundurchlässige Schicht (22) aufzubringen, die gezielt durch verschiedene Verfahren punktuell lichtdurchlässig gemacht werden kann. So kann das zu druckende Bild zuerst auf der Schicht (22) durch gezieltes punktuell transparentmachen der nichttransparenten Schicht (22) reproduziert werden. Anschließend wird mit einem Einstrahlsystem (20) oder Zeilenmehrstrahlsystem (20) das auf der Schicht (22) reproduzierte Bild zeilenweise und synchron zur Rotationsbewegung des Druckzylinders (10) abgetastet. Dabei wird an der Stelle ein Druckpunkt (18) auf dem Bedruckstoff (16) generiert, an der die Schicht (22) vorher transparent gemacht wurde und der Energiestrahл passieren kann. Dabei ist denkbar, daß die Schicht (22) aus einem LC-Display bestehen könnte, das digital entsprechend den Bildinformationen verändert werden kann. Der Vorteil eines solchen Verfahrens besteht darin, daß in diesem Fall die Bildinformationen nicht jedesmal über die Modulation der Energiestrahлquelle (20) erfolgen müssen. Das reduziert im erheblichen Maße die Menge der digital zu transportierenden Daten, so daß mit dem Einsatz der Schicht (22) in dem vorgeschlagenen Druckverfahren die Druckgeschwindigkeit erheblich gesteigert werden könnte. Es ist genauso denkbar, daß die Schicht (22) ein in der Druckbranche üblicher reproduzierbarer Film ist, der einfach auf die Innenseite der Drucktrommel (10) mit einem geeigneten Verfahren festgespannt wird. In diesem Fall könnten auch ältere nicht digitale Daten verarbeitet werden. Die Schicht (22) könnte auch ein Polymer sein, das durch nicht näher beschriebene Verfahren durch eine zweite in der Trommel befindlichen Anlage und durch die Drehung der Drucktrommel (10) in seiner physikalischen Beschaffenheit so verändert werden kann, daß ein Drucken im beschriebenen Sinne möglich wäre.

Nachdem das Druckverfahren ausreichend erläutert wurde, wird in Fig. 6a-b das Drucksystem näher beschrieben. Dabei wird durch geeignete Rollen- oder Bogenverfahren der Bedruckstoff (16) gefaßt und den Synchronwalzen (27) zugeführt. Die Synchronwalzen (27) haben die Aufgabe, den Transport des Bedruckstoffs (16) exakt zu der Rotationsbewegung des Druckzylinders (10) zu synchronisieren. Nach erfolgter Synchronisation des Bedruckstoffs (16) wird dieser dem Druckzylinder (10) zugeführt und durch die Andruckwalze (28) mit einem gleichmäßigen Andruck auf den Druckzylinder (10) versehen. Diese Methodik gleicht dem konventionellen Tiefdruck und wird bestens beherrscht. Das Einfärben des Druckzylinders (10) mit Drucksubstanz (11) unterscheidet sich etwas von den Einfärbemechanismen des konventionellen Tiefdrucks. Nach erfolgtem Druck wird der Druckzylinder durch Rotation um die Längsachse der Einfärbewalze (23) zugeführt. Anschließend wird der Druckzylinder (10) von überschüssiger Drucksubstanz (11) mit einer Rakel (24) befreit. Daran schließt sich eine Drucksubstanzabnahmelwalze (26) an, die die Aufgabe hat, alle Näpfchen (12) wieder teilweise zu entleeren, so daß es nur durch eine Stimulation mit dem Energiestrahл (17) zu einer Entleerung der Näpfchen (12) und somit zum Druck kommen kann. Bei den nichtstimulierten Näpfchen (12) findet keine Drucksubstanzübertragung auf den Bedruckstoff (16) und somit kein Druck statt. Anschließend wird die Drucksubstanzabnahmelwalze (26) von einer zweiten Rakel (25) von überschüssiger Drucksubstanz befreit. Für den Fall einer farbabweisenden Beschichtung (14) auf dem Druckzylinder (10) kann die erste Rakel (24) entfallen.

In Fig. 7 ist die Konstruktion eines mehrfarbigen Druckwerks skizziert, das durch Hintereinanderschalten verschiedener Druckwerke erzeugt werden kann.

Ein weiterer Aspekt für die Tropfenauswahl ist in Fig. 8a-b skizziert. In den bisherigen Beispielen wurde die Tropfenauswahl durch einen Energiestrahл (17) durchgeführt. Es ist aber genauso möglich, die Tropfenauswahl durch gezielte und punktuelle Erzeugung eines elektrostatischen Ladungsgefälles zwischen Drucksubstanz (11) und einer punktuell entladbaren Bildtrommel (29), z. B. durch ein Lasersystem (17), herbeizuführen, Fig. 8a. Dabei wird der Druckzylinder (10) homogen mit einer elektrischen Ladung versehen. Die Bildtrommel (29) wird gleichfalls homogen mit der entgegengesetzten Ladung versehen und anschließend mit einem passenden Entladungssystem, z. B. Lasersystem (17), punktuell von elektrischer Ladung befreit. Durch Rotation der Trommeln (10) und (29) kommt es zur Berührung der teilweise, entsprechend den Bildinformationen, entladenen Bildtrommel (29) und des mit Drucksubstanz (11) gefüllten Druckzylinders (10). Dabei entleert sich das Näpfchen (12) von der Drucksubstanz (11) an der Stelle, wo die Bildtrommel (29) noch nicht von der entgegengesetzten elektrischen Ladung befreit wurde. Die elektrostatische Anziehungskraft zwischen Drucksubstanz (11) und Bildtrommel (29) führt zu einer Berührung der Drucksubstanz (11) mit der Bildtrommel (29), was zu einer Drucksubstanzübertragung führt. Nach erfolgter Drucksubstanzübertragung bewegt sich das so geformte Bild auf der Bildtrommel (29) dem Bedruckstoff (16) durch Rotation zu, so daß anschließend das Bild durch Berührung der Bildtrommel (29) und der Drucksubstanz (11) mit dem Bedruckstoff (16) übertragen wird. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit die Drucksubstanzübertragung nicht mit elektrostatischen, sondern mit magnetischen Kräften einzuleiten. In diesem Fall ist die Drucksubstanz (11) magnetisch und die Bildtrommel (29) punktuell magnetisierbar.

Ein anderes Verfahren wird in Fig. 8b beschrieben. Bei diesem Verfahren wird der Bedruckstoff (16) homogen elektrostatisch aufgeladen. Der Druckzylinder (10) wird mit der entgegengesetzten elektrischen Ladung homogen versehen und anschließend punktuell von dieser Ladung befreit und so das zu druckende Bild elektrostatisch übertragen. Danach bewegt sich das elektrostatische Bild durch Rotation des Druckzylinders (10) auf den Bedruckstoff (16) zu und wird durch Berührung des Druckzylinders (10) mit dem Bedruckstoff (16) durch elektrostatische Drucksubstanzübertragung auf den Bedruckstoff (16) abgebildet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufbringen einer Drucksubstanz (11) auf einen Bedruckstoff (16) mittels einer Druckform (10), **dadurch gekennzeichnet**, daß zum Aufbringen der Drucksubstanz (11) aus den in der Druckform (10) befindlichen und mit einer nach außen führenden Öffnung versehenen Näpfchen (12) durch Energieabsorption ein thermisch induzierter Vorgang in der Drucksubstanz (11) erzeugt wird. Dabei bewirkt der thermisch induzierte Vorgang in der Drucksubstanz (11) durch physikalische Wärmeausdehnung, Schmelzvorgänge oder Verdampfung der Drucksub-

stanz (11) in den Näpfchen (12) eine Ausdehnung mit einer Positionsveränderung des Meniskus der Druckschubstanz (11) in den Näpfchen (12) auf den Bedruckstoff (16) zu. Die Übertragung der Druckschubstanz (11) auf den Bedruckstoff (16) geschieht durch Berührung der Druckschubstanz (11) mit dem Bedruckstoff (16) und die dadurch wirkenden Adhäsionskräfte zwischen Bedruckstoff (16) und Druckschubstanz (11).

2. Druckverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckform (10) aus einem für den Energiestrahle (17) transparenten Material besteht.

3. Druckverfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckform (10) eine geschlossene zylindrische Form hat und an ihrer Längsachse drehbar gelagert wird.

4. Druckverfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß sich auf der Außenfläche der Druckform (10) kleine Näpfchen (12) befinden.

5. Druckverfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckzylinder (10) an der Innen- und Außenfläche glatt und ohne Näpfchen (12) ist, aber nachträglich mit einer aus einem für den Energiestrahle transparenten Material bestehenden nahtlosen Hülse (21), die mit den Näpfchen (12) an der Außenfläche versehen ist, überstülpt werden kann.

6. Druckverfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülse (21) in offener Bogenform um den Druckzylinder (10) austauschbar befestigt wird.

7. Druckverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Energiestrahle (Laserstrahl, Elektronenstrahl, Ionenstrahl) (17) durch Energieabsorption in der Druckschubstanz (11) die thermisch-physikalische Reaktion bewirkt.

8. Druckverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Erzeugung des Energiestrahls (17) innerhalb des Druckzylinders (10) erfolgt und der Energiestrahle (17) senkrecht zur Drehachse des Druckzylinders (10) durch diesen Druckzylinder (10) hindurch in die Näpfchen (12) geleitet wird.

9. Druckverfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Energiestrahle (17) seine Energie an eine an den Näpfchen (12) befindlichen Absorptionsschicht (19) abgibt und durch Wärmeübertragung aus der Absorptionsschicht (19) in die Druckschubstanz (11) die thermischphysikalische Reaktion in der Druckschubstanz (11) einleitet, wobei sich die Schicht (19) auf der Innen- und/oder Außenseite des Näpfchens (12) befinden kann.

10. Druckverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch digitale Modulation des Energiestrahls (17) das zu druckende Bild übertragen wird.

11. Ein Druckverfahren dadurch gekennzeichnet, daß das zu druckende Bild auf einer Schicht (22) reproduziert wird. Dabei besteht die Schicht (22) aus einem für den Energiestrahle nicht transparenten Material, welches punktuell für den Energiestrahle transparent gemacht werden kann. Die Schicht (22) befindet sich auf der Innenfläche des Druckzylinders (10), so daß der Energiestrahle (17) diese Schicht (22) immer passieren muß.

12. Druckverfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht (22) direkt digital ansteuerbar ist (z. B. LC-Display).

13. Druckverfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht (22) aus einem austauschbaren Polymerfilm besteht, der vorher durch photochemische Verfahren vorbereitet wurde (z. B. konventioneller Reprofilm).

14. Druckverfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht (22) aus einem Material besteht, daß sich durch Magneto-Optische Verfahren in für den Energiestrahle (17) transparente und nicht transparente Stellen separieren läßt.

15. Druckverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Energiestrahle (17) von vorne auf die Druckschubstanz (11) die thermisch-physikalische Reaktion durch Energieabsorption der in dem Näpfchen (12) vorhandenen Druckschubstanz (11) einleitet.

16. Druckverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Energiestrahle (17) von hinten durch eine transparente Form hindurch die thermisch-physikalische Reaktion durch Energieabsorption der in einem Näpfchen (12) befindlichen Druckschubstanz (11) einleitet, wobei das Näpfchen (12) eine zweite kleinere Öffnung aufweist, die mit einem Druckschubstanzvorratsbehälter verbunden ist.

17. Druckverfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß ein Laserstrahl von hinten durch eine transparente Form hindurch die thermisch-physikalische Reaktion in einer Absorptionsschicht (22) einleitet, die indirekt durch Erwärmung zur Verdampfung oder Wärmeausdehnung oder zum Schmelzen der Druckschubstanz (11) führt, wobei das Näpfchen (12) eine zweite kleinere Öffnung aufweist, die mit einem Druckschubstanzvorratsbehälter verbunden ist.

18. Druckverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein mit Näpfchen (12) versehener Druckzylinder (10) durch ein nicht näher beschriebenes Verfahren eingefärbt wird und anschließend die Näpfchen (12) durch eine oder mehrere Walzen (26) wieder von überschüssiger Druckschubstanz (11) befreit werden.

19. Druckverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine druckschubstanzabweisende Schutzschicht (14), die sich auf den Stegen (13) des Druckzylinders (10) befindet, das Koagulieren der Druckschubstanz (11) verhindert und gleichfalls die Rakel (24) des Druckzylinders überflüssig werden läßt.

20. Druckverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß anstatt der thermisch-physikalischen Reaktion in der Druckschubstanz (11) die Positionsveränderung des Meniskus der Druckschubstanz (11) in den Näpfchen (12) durch unterschiedliche elektrostatische Anziehungskräfte herbeigeführt wird, wobei sich entweder die Drucktrommel (10) oder die Bildtrommel (29) oder beide zusammen punktuell entladen lassen.

21. Druckverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß anstatt der thermisch-physikalischen Reaktion in der Druckschubstanz (11) die Positionsveränderung des Meniskus der Druckschubstanz (11) in den Näpfchen (12) durch unterschiedliche magnetische Anziehungskräfte herbeigeführt wird, wobei in diesem Fall eine magnetische Druckschubstanz (11) verwendet werden muß und sich entweder die Drucktrommel (10) oder die Bildtrommel (29) oder beide zusammen punktuell entmagnetisieren lassen.

22. Druckverfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die unterschiedlichen elektrostatischen Anziehungskräfte durch eine Bildtrommel (29) herbeigeführt werden, wobei die Bildtrommel (29) in der Lage ist,

durch geeignete Verfahren punktuell von elektrostatischer Ladung befreit zu werden.

23. Druckverfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die unterschiedlichen magnetischen Anziehungskräfte durch eine Bildtrommel (29) herbeigeführt werden, wobei die Bildtrommel (29) durch geeignete Verfahren punktuell von Magnetismus befreit werden kann.

24. Druckverfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Bedruckstoff (16) homogen mit einer elektrischen Ladung versehen wird und der Druckzylinder (10) homogen mit der entgegengesetzten elektrischen Ladung versehen wird, die punktuell durch geeignete Verfahren von dem Druckzylinder (10) entfernt werden kann.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

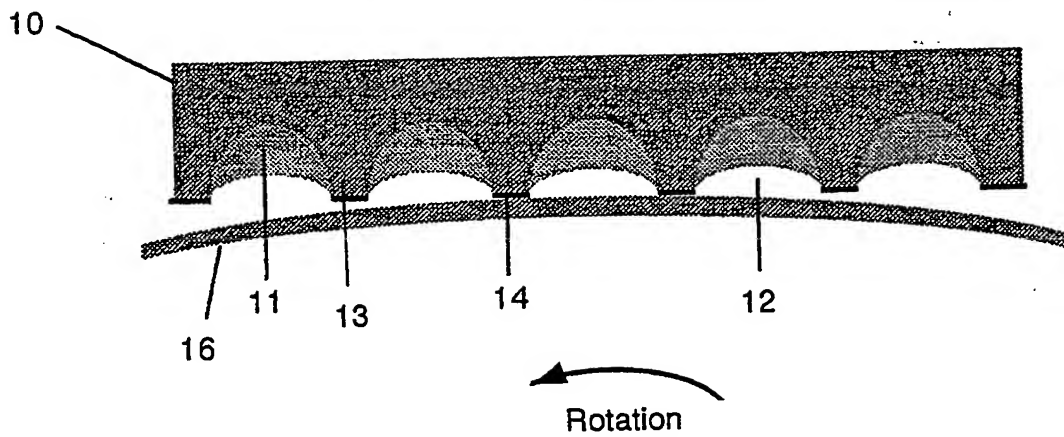


Fig 2

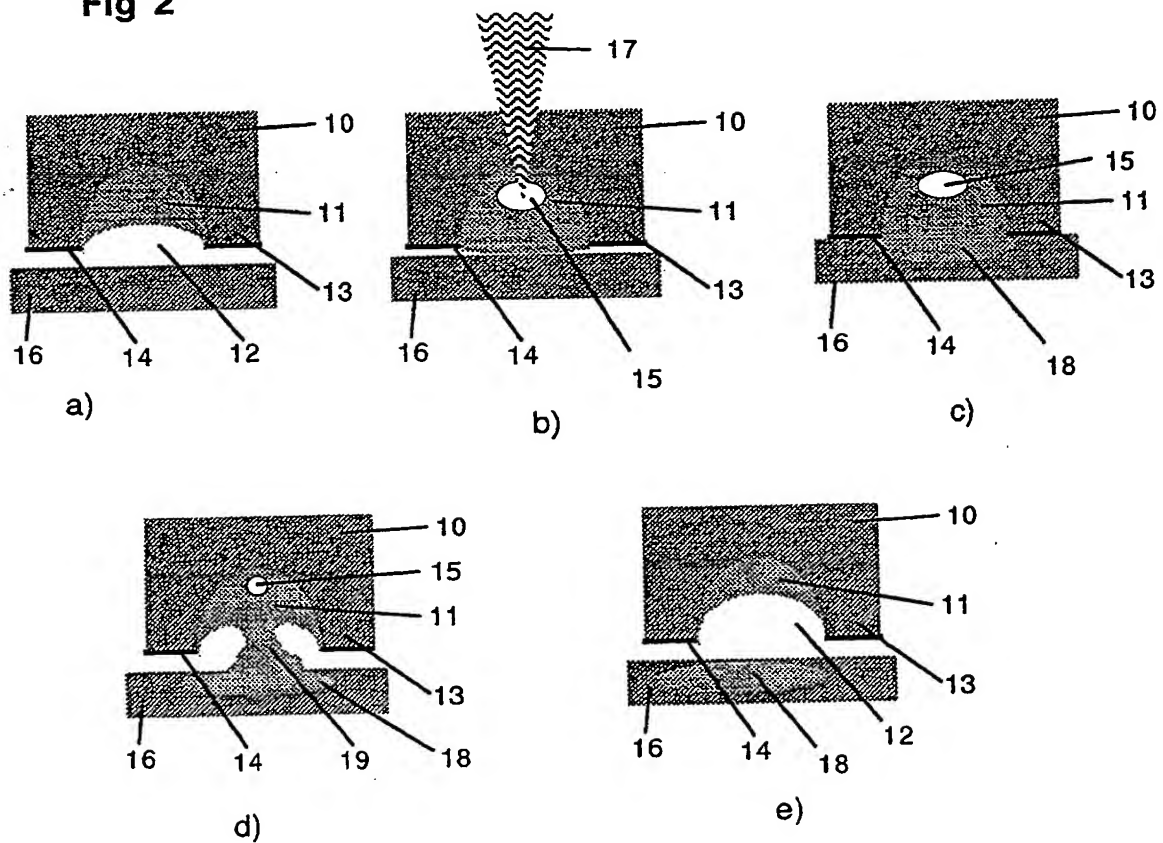


Fig 3

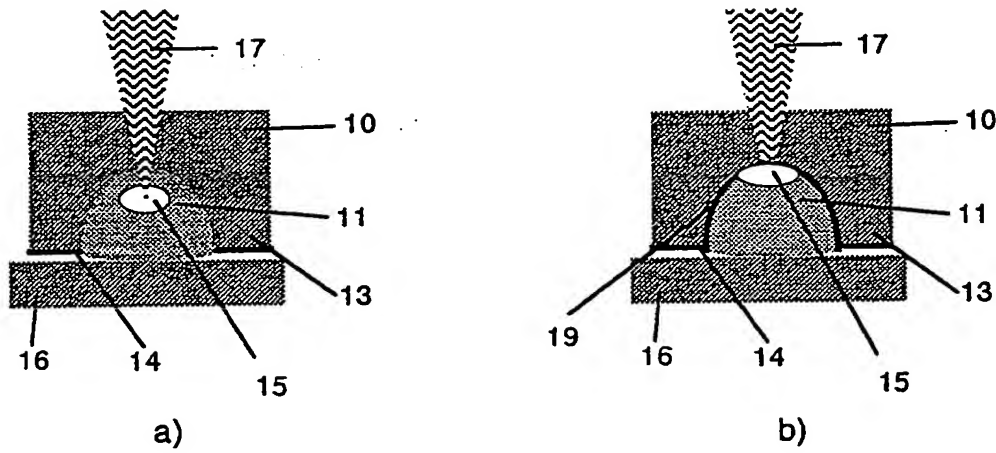


Fig 4

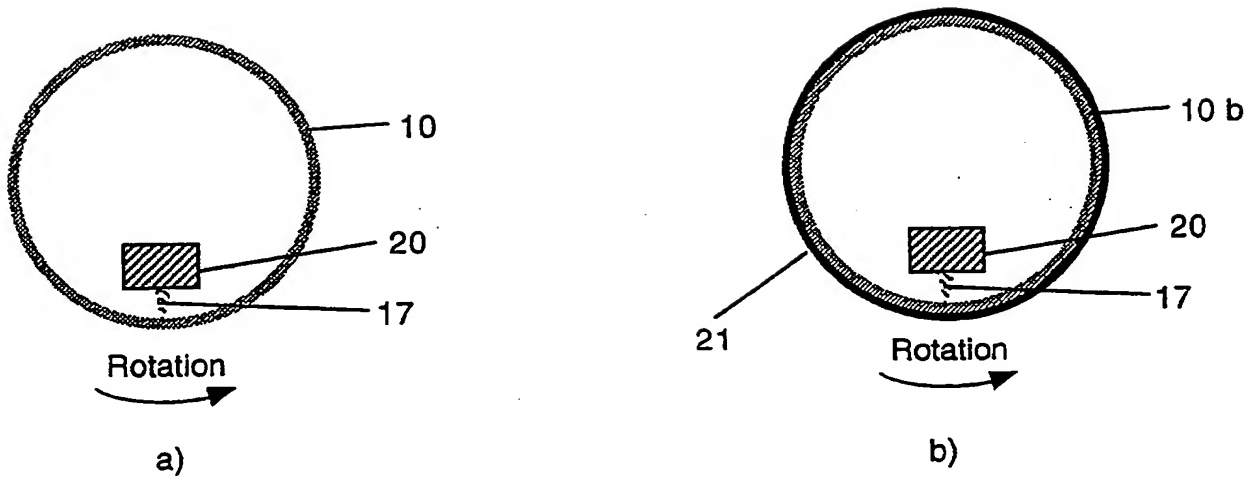


Fig 5

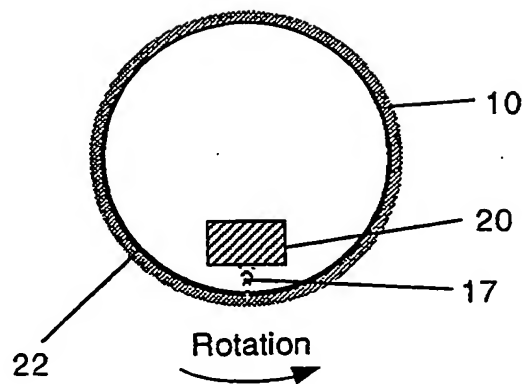


Fig. 6

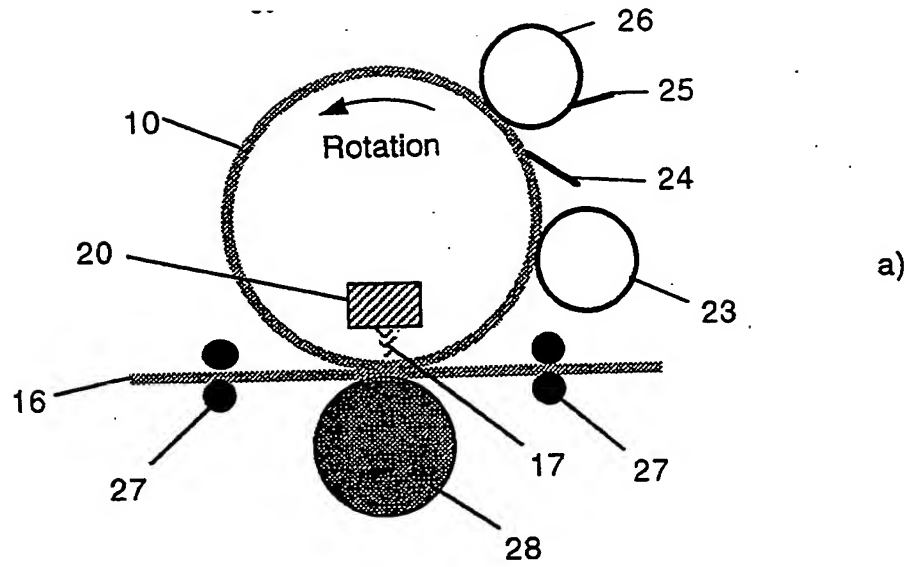


Fig 7

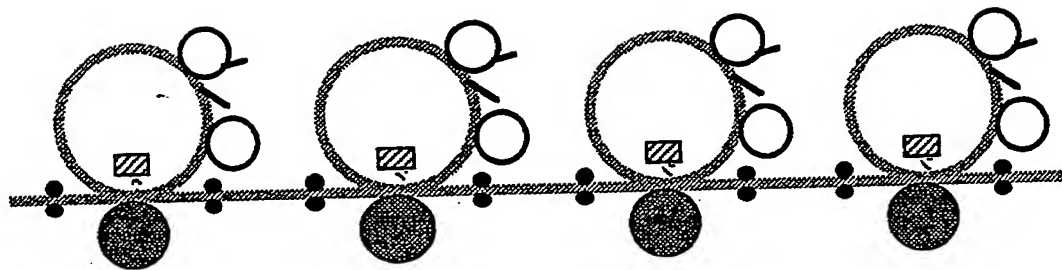
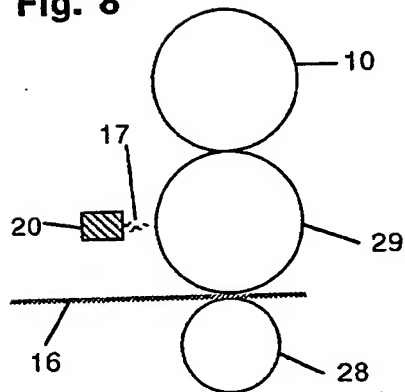
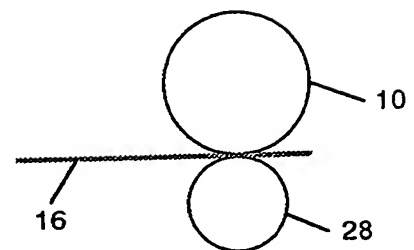


Fig. 8



a)



b)